

# ANALISIS PEMOTONGAN RAMP POROS BUBUNGAN TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA SUZUKI SHOGUN 125 SP TAHUN 2005

**Mulyono, Ir. Husin Bugis, M.Si., Ngatou Rohman, S.Pd., M.Pd.**

Prodi. Pend. Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419

*Email : [mulyono\\_16junior@yahoo.co.id](mailto:mulyono_16junior@yahoo.co.id)*

## Abstract

Based on results an analysis of cutting camshaft ramp to fuel consumption and exhaust gas emissions the suzuki shogun 125 sp in 2005, can be results of this study show that the fuel consumption average on the use of standard cam shaft for a distance of 100 km is 2777 ml. While fuel consumption average on the use of modified camshafts (duration 255°) for a distance of 100 km is 2887 ml. On the use of modified camshafts, fuel consumption for a distance of 100 km increased 110 ml. On the use of the standard exhaust camshafts CO emissions average is 1,396%. CO exhaust emissions on average use modified camshafts (duration 255°) is 5,583%. On the use of modified camshafts, CO emissions increased by 4,187%. HC exhaust emissions in the use of the average standard ridge axis is 141,667 ppm. HC exhaust emissions on average use modified camshafts (duration 255°) was 2621,33 ppm. On the use of modified camshafts HC emissions increased by 2479,663 ppm. The conclusions of this research is cutting ramp duration camshafts for 255° tend to increase fuel consumption, exhaust emissions CO and HC exhaust emissions on a motorcycle Suzuki Shogun 125 SP in 2005.

**Keywords:** cutting ramp, camshaft, duration 255°, fuel consumption, exhaust emissions

## PENDAHULUAN

Transportasi secara umum diartikan sebagai perpindahan barang atau orang dari satu tempat ke tempat yang lain. Seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat dan semakin meningkatnya jumlah penduduk, maka aktivitas transportasi pun juga meningkat. Hal ini dikarenakan tidak semua fasilitas yang dibutuhkan masyarakat berada pada satu tempat. Kondisi seperti ini mengakibatkan timbulnya pergerakan menuju daerah pemenuhan kebutuhan. Dengan adanya transportasi yang lancar

maka distribusi barang dan jasa juga akan semakin mudah.

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang banyak dipakai oleh masyarakat Indonesia. Hal ini disebabkan karena sepeda motor merupakan alat transportasi yang mudah untuk dikendarai dan juga lebih terjangkau oleh masyarakat kita bila dibandingkan dengan mobil pribadi.

Dari data Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2009 menunjukkan angka pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun 1999 jumlah sepeda motor 13.053.148 unit dan pada tahun 2009

sudah sebanyak 52.433.132 unit. Dalam kurun waktu 10 tahun saja sudah mengalami peningkatan 39.379.984 unit.

Seiring berkembangnya sumber daya manusia, *engine*/mesin sepeda motorpun dimodifikasi. Modifikasi *engine* yang dilakukan oleh para mekanik diantaranya yaitu *bore up*, *stroke up*, *porting*, karburator, *manifold*, poros bubungan (*camshaft*). Modifikasi pada bagian poros bubungan ada beberapa cara, diantaranya yaitu pemotongan *cam*/bubungan, pengubahan *lobe separation angle* (LSA) dan mengganti dengan poros bubungan *racing*.

Poros bubungan merupakan salah satu mekanisme penggerak katup (*valve*). Di dalam motor empat langkah terdapat dua jenis katup, yaitu katup hisap (*intake valve*) dan katup buang (*exhaust valve*). Katup hisap berfungsi untuk mengatur aliran campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*), sedangkan katup buang berfungsi untuk mengatur aliran gas buang ke luar dari ruang bakar (*combustion chamber*) ke saluran buang. Katup membuka dan menutup masing-masing satu kali pada dua putaran poros engkol (*crankshaft*), karena dua kali putaran poros engkol akan memutar poros bubungan sebanyak satu putaran. Poros bubungan adalah sebuah poros yang terjadi dari *cam*/bubungan dengan bentuk bulat telur dan berputar eksentrik. Jumlah bubungan sesuai jumlah katup. Poros bubungan digerakkan oleh poros engkol melalui perantara *sprocket*

dan *cam chain*, namun ada juga yang menggunakan *push rod* (batang tekan).

Modifikasi-modifikasi yang dilakukan oleh mekanik pada poros bubungan diantaranya adalah pemotongan pada bagian *flank*, *base circle* (lingkar dasar) maupun bagian *ramp* (daerah angkat katup). Pemotongan poros bubungan ini untuk mengatur ulang durasi dan jarak angkat katup bawaan motor. Lama katup membuka (*duration*) dan lebar bukaan katup (*lift*) sangat mempengaruhi daya motor karena lama dan lebar bukaan katup membuka menentukan berapa banyak campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke silinder, maka semakin besar pembakaran yang terjadi di ruang bakar, akibatnya torsi juga menjadi besar. Dengan demikian daya otomatis akan meningkat sesuai dengan teori.

Singkatnya tujuan modifikasi poros bubungan ini adalah untuk meningkatkan performa mesin, utamanya daya mesin. Namun, modifikasi yang dilakukan untuk meningkatkan daya mesin ini tanpa menghiraukan konsumsi bahan bakar bahkan emisi gas buangnya.

Dari hasil survai di bengkel modifikasi mesin sepeda motor, modifikasi poros bubungan yang digunakan dalam dunia *racing*, saat ini juga diaplikasikan untuk kendaraan sehari-hari. Perubahan durasi poros bubungan mengacu pada kelas balap terendah. Kelas balap terendah yang dimaksud adalah kelas bebek *tune up*, kelas enduro dan kelas MP 5. Kelas-kelas motor

balap tersebut pada dasarnya sama yaitu berusaha memaksimalkan unjuk kerja mesin dengan masih mempertimbangkan angka keamanan. Angka keamanan ini berpatokan pada kendaraan yang masih dapat digunakan untuk kepentingan sehari-hari.

Saat ini perubahan durasi poros bubungan menjadi hal yang umum di kalangan pecinta modifikasi mesin. Perubahan durasi poros bubungan diperoleh dengan cara memotong poros bubungan pada bagian *ramp*, yang diikuti oleh perubahan bagian *base circle*. Perubahan durasi poros bubungan yang umum digunakan adalah durasi 255°. Durasi ini dianggap mempunyai torsi dan daya yang cukup baik.

Penggunaan durasi 255° ini biasanya digunakan untuk motor dengan kapasitas mesin kecil. Kapasitas mesin kecil yang dimaksud adalah di bawah 200 cc. Secara umum sepeda motor yang digunakan masyarakat Indonesia adalah berkapasitas mesin dibawah 200 cc, sehingga dapat mengaplikasikan durasi 255°.

Suzuki Shogun 125 SP merupakan motor yang menerapkan prinsip kerja empat langkah. Pada motor empat langkah mekanisme pemasukan bahan bakar ke dalam ruang bakar diatur oleh mekanisme katup. Di dalam mekanisme katup itu sendiri terdapat salah satu komponen yaitu poros bubungan. Selain itu, Suzuki Shogun 125 SP memiliki kapasitas mesin  $\pm 125$  cc. Sepeda motor produksi Suzuki ini dapat dimodifikasi poros

bubungannya, yaitu pada bagian *ramp*-nya dipotong untuk mendapatkan durasi 255°.

Peningkatan jumlah sepeda motor dan modifikasi tersebut jelas akan membawa pengaruh terhadap meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar minyak, terutama premium. Pemerintah menyatakan bensin jenis premium hanya dijual di Indonesia, padahal premium memiliki polusi lebih tinggi bila dibandingkan dengan bensin jenis yang lain. Tingginya polusi premium disebabkan karena angka oktan yang rendah bila dibandingkan dengan bensin jenis lain serta adanya kandungan timbal di dalam bensin. Ini juga yang menjadi alasan mengapa pemerintah mengurangi konsumsi premium di masyarakat. Bahan bakar minyak merupakan sumber daya alam yang semakin lama akan habis, karena tidak dapat diperbarui. Dengan meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar minyak tentulah polusi udara akibat emisi buang kendaraan juga meningkat.

“Pada temperatur kerja antara 82-99 °C, motor akan menghasilkan emisi gas buang yang minimum” (Sugeng, 2005). Selain itu Sugeng juga menyatakan bahwa semakin rendah temperatur kerja maka bahan bakar yang digunakan akan semakin banyak dan akibatnya tidak semua bahan bakar terbakar sehingga kadar hidrokarbon (HC) pada gas buang akan tinggi, sedangkan karbonmonoksida (CO) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) akan turun pada temperatur tinggi (2005). Perkiraan prosentase komponen

pencemar udara dari sumber pencemar transportasi di Indonesia adalah karbonmonoksida (CO) sebesar 70,50%, nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) sebesar 8,89%, sulfuroksida (SO<sub>x</sub>) sebesar 0,88%, hidrokarbon (HC) 18,34% dan partikel sebesar 1,33% (Wardhana, 2004).

Dari data di atas dapat diketahui bahwa gas CO adalah polutan yang menempati peringkat paling tinggi persentasenya. Gas CO menurut Srikandi Fardiaz adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk cairan pada suhu di atas -192 °C (1992). Telah lama diketahui bahwa kontak antara manusia dengan CO pada konsentrasi tinggi dapat menimbulkan kematian. Tetapi kontak dengan CO pada konsentrasi yang relatif rendah juga dapat mengganggu kesehatan. Pengaruh beracun CO terhadap manusia disebabkan oleh reaksi antara CO dengan hemoglobin (Hb) di dalam darah. Dengan adanya CO, hemoglobin dapat membentuk karboksihemoglobin (COHb).

Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb dalam darah. COHb di dalam darah akan mengganggu proses respirasi sel-sel pada tubuh manusia. Dengan terganggunya proses respirasi sel-sel ini akan menyebabkan metabolisme tubuh manusia ikut terganggu. Dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya

terhadap kesehatan manusia. Pada konsentrasi COHb dalam darah antara 10-80% dapat mengakibatkan kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas dan kematian. Sedangkan hidrokarbon (HC) menempati peringkat kedua yaitu dengan prosentase 18,34%. Hidrokarbon adalah pencemar udara yang dapat berbentuk gas, cairan maupun padatan (Wardhana, 2004: 51). Dinamakan hidrokarbon karena penyusun utamanya adalah atom karbon dan atom hidrogen.

Beberapa penelitian terhadap hewan dan manusia menunjukkan bahwa hidrokarbon alifatik dan alisiklis mempunyai pengaruh yang tidak diinginkan terhadap manusia hanya pada konsentrasi beberapa ratus sampai beberapa ribu kali lebih tinggi daripada konsentrasi yang terdapat di atmosfer. Pada konsentrasi kurang dari 500 ppm tidak menunjukkan pengaruh apapun. Hidrokarbon aromatik lebih berbahaya dibandingkan dengan hidrokarbon alifatik dan alisiklis. Uapnya lebih bersifat iritasi terhadap membran mukosa, dan luka di bagian dalam dapat terjadi (Srikandi Fardiaz, 1992: 119-120).

Adapun perumusan yang diteliti penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah konsumsi bahan bakar sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 pada penggunaan poros bubungan modifikasi (durasi 255°)?
2. Bagaimanakah emisi gas buang CO sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 pada penggunaan poros bubungan modifikasi (durasi 255°)?

3. Bagaimanakah emisi gas buang HC sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 pada penggunaan poros bubungan modifikasi (durasi 255°)?

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui konsumsi bahan bakar sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 pada penggunaan poros bubungan modifikasi (durasi 255°).
2. Mengetahui emisi gas buang CO sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 pada penggunaan poros bubungan modifikasi (durasi 255°).
3. Mengetahui emisi gas buang HC sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 pada penggunaan poros bubungan modifikasi (durasi 255°).

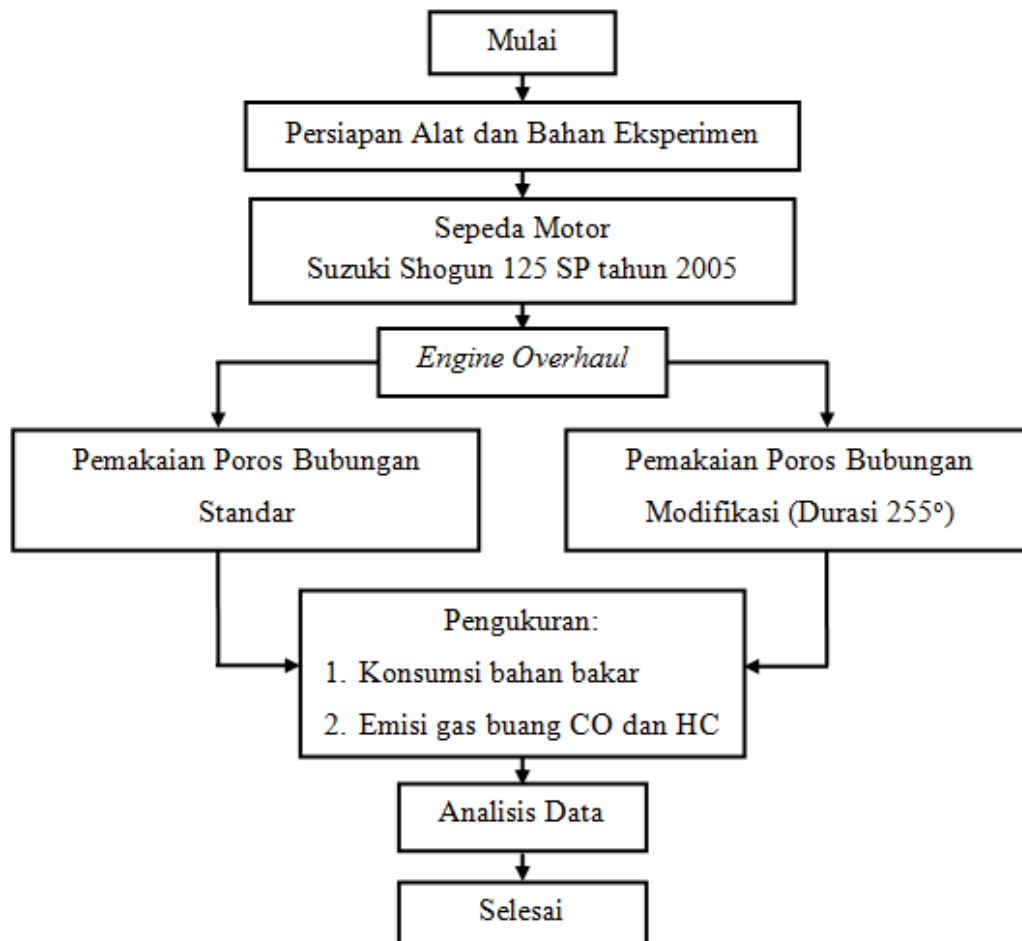
## METODE PENELITIAN

Eksperimen pada penelitian ini yaitu diawali dengan merubah durasi bukaan katup dari durasi standar menjadi durasi 255° untuk setiap bubungan. Durasi 255° diperoleh dengan cara memotong *ramp* poros bubungan. Pengujian emisi gas buang pada penggunaan poros bubungan standar maupun poros bubungan modifikasi (durasi 255°) dilaksanakan menggunakan *gas analyzer*. Pengujian emisi gas buang dilaksanakan berdasarkan pada SNI 09-7118.3-2005 yaitu cara uji kendaraan bermotor kategori L pada kondisi *idle*. Pengujian konsumsi bahan bakar dilaksanakan berdasarkan pada SNI

09-4405-1997 yaitu cara uji unjuk kerja jalan sepeda motor.

Dalam penelitian ini sampelnya adalah sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP tahun 2005 bernomor mesin MH8FD125R5J-138283 yang masih menggunakan poros bubungan standar, kemudian diganti dengan poros bubungan modifikasi (durasi 255°). Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik sampel bertujuan (*purposive sample*). Teknik sampel bertujuan dilakukan dengan cara mengambil subyek bukan didasarkan atas strata, *random* atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan dari penelitian.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Metode eksperimen pada pengukuran emisi gas buang karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dalam penelitian ini menggunakan *gas analyzer* tipe 898 OTC STARGAS *Global Diagnostic*. Pengukuran konsumsi bahan bakar dalam penelitian ini menggunakan gelas ukur. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Prosedur Penelitian

Persiapan eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengukuran bahan penelitian dan pemotongan *ramp* poros bubungan sesuai penelitian yang direncanakan. Data hasil pengukuran poros bubungan standar Shogun 125 SP, diketahui katup masuk mulai membuka saat torak  $17^\circ$  sebelum TMA dan menutup pada saat torak  $66^\circ$  setelah TMB. Durasi katup masuk adalah  $17^\circ + 180^\circ + 66^\circ = 263^\circ$ . Katup buang mulai membuka saat torak  $63^\circ$  sebelum TMB dan menutup pada saat torak  $34^\circ$  setelah TMA. Durasi katup buang adalah  $63^\circ + 180^\circ + 34^\circ = 277^\circ$ . Durasi yang direncanakan adalah  $255^\circ$  simetris antara katup hisap dan buang.

Katup masuk mulai membuka saat torak  $25^\circ$  sebelum TMA dan menutup pada saat torak  $50^\circ$  setelah TMB. Durasi katup masuk adalah  $25^\circ + 180^\circ + 50^\circ = 255^\circ$ . Katup buang mulai membuka saat torak  $50^\circ$  sebelum TMB dan menutup pada saat torak  $25^\circ$  setelah TMA. Durasi katup buang adalah  $50^\circ + 180^\circ + 25^\circ = 255^\circ$

Pemotongan *ramp* poros bubungan diikuti pemotongan *base circle*. Hal ini untuk mencapai derajat dan durasi yang diinginkan. Pemotongan *base circle* yang mengacu pada derajat dan durasi, berdasarkan selisih garis patokan antar *ramp* standar dan modifikasi.

Garis patokan derajat modifikasi ditentukan berdasarkan TMA dan TMB pada

bubungan hisap dan buang. TMA dan TMB ditentukan berdasarkan garis patokan derajat standar hisap dan buang. TMA bubungan hisap, derajat langsung dapat dipasangkan. Sedangkan, TMB bubungan hisap, derajat harus dibagi dua. Karena ketika katup mulai membuka hingga menutup, poros engkol melakukan setengah putaran sedangkan poros bubungan hanya memerlukan seperempat putaran.

Untuk itulah derajat penentuan TMB harus dibagi dua. Untuk menentukan TMB buang sama halnya dalam menentukan TMA hisap yakni langsung dapat dipasangkan. Dan untuk menentukan TMA buang sama halnya dalam menentukan TMB hisap yakni dibagi dua.

Dari hasil pengukuran diketahui selisih derajat standar dan modifikasi adalah 1,6 mm buka *lobe* hisap, 1,3 mm tutup *lobe* hisap, 1,5 mm buka *lobe* buang, 1,2 mm tutup *lobe* buang. Selisih tersebut digunakan

Pelaksanaan eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengambilan data sesuai dengan variabel terikat (torsi dan daya). Data besar torsi dan daya yang digunakan dalam penelitian ini adalah data besar torsi dan daya yang dihasilkan pada poros roda yang menganalisis unjuk kerja sepeda motor keadaan sebenarnya (saat berjalan).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: (1) Terdapat peningkatan konsumsi bahan bakar dari pemotongan *ramp* poros bubungan untuk mendapatkan durasi 255° bila dibandingkan

untuk diketahui besar pemotongan *base circle* yang mengacu durasi 255° simetris.

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\left(\frac{I_b + I_t}{2}\right) - \left(\frac{O_b + O_t}{2}\right)}{2} \\
 &= \frac{\left(\frac{1,6 + 1,3}{2}\right) - \left(\frac{1,5 + 1,2}{2}\right)}{2} \\
 &= \frac{1,45 - 1,35}{2} \\
 &= \frac{2,8}{2} \\
 &= 1,4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi, besar pemotongan *base circle* hisap dan buang untuk mendapatkan derajat 255° simetris adalah 1,4 mm

dengan poros bubungan standar. Peningkatan konsumsi bahan bakar tersebut adalah 110 ml untuk jarak tempuh kendaraan 100 km. (2) Terdapat peningkatan emisi gas buang CO dari pemotongan *ramp* poros bubungan untuk mendapatkan durasi 255° bila dibandingkan

dengan poros bubungan standar. Peningkatan emisi gas buang CO tersebut adalah 4,187%.

(3) Terdapat peningkatan emisi gas buang HC dari pemotongan *ramp* poros bubungan untuk mendapatkan durasi 255° bila dibandingkan dengan poros bubungan standar. Peningkatan emisi gas buang HC tersebut adalah 2479,663 ppm. (4) Pemotongan *ramp* poros bubungan untuk mendapatkan durasi 255° akan cenderung meningkatkan konsumsi bahan bakar, emisi gas buang CO, dan emisi gas buang HC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Badan Pusat Statistika. (2009). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis tahun 1987-2009*. Diperoleh 08 Februari 2012, dari [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12)
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *Emisi Gas Buang – Sumber Bergerak – Bagian 3: Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori L pada Kondisi Idle*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- \_\_\_\_\_. (1997). *Cara Uji Unjuk Kerja Jalan Sepeda Motor*. Diperoleh 30 Mei 2012, dari Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- Basori, dkk. (2012). *Electronic Petrol Injection (EPI) dan Emisi Gas Buang*. Modul Pelatihan Tidak Dipublikasikan. Surakarta:
- Pendidikan Teknik Mesin FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Boentarto. (2005). *Cara Pemeriksaan, Penyetelan & Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Andi.
- Cahyonugroho W. W. (2003). *Perbedaan Penggunaan Poros Cam Standar dengan Poros Cam Racing Ditinjau dari Variasi Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Honda Supra X tahun 2000*. Skripsi Tidak Dipublikasikan. Surakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Daryanto. (2003). *Dasar-dasar Teknik Mobil*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Eko Yulianto (2008). *Perbedaan Penggunaan Camshaft Racing dan Camshaft Standar pada Tiap Putaran terhadap Daya dan Emisi Gas Buang pada Motor Honda Tiger 2000*. Diperoleh 31 Januari 2012, dari <http://library.um.ac.id/free-contents/download/pub/pub.php/34568.pdf>
- Erwe. (2008). *Ukur Lift Klep Tanpa Dial Gauge*. Diperoleh 24 Maret 2012, dari <http://www.forum.otomotifnet.com/otoforum/showthread.php?1268-HOW-TO-Ukur-Lift-Klep-tanpa-Dial-gauge&p=17295&viewfull=1#post17295>
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Press.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- FX. Sukidjo (2008). *Pengaruh Durasi Camshaft terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, torsi dan*



- Daya Mesin pada Mesin Bensin. Forum Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Vol. 32, No. 3.*
- Jalius, J. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Joemuscat. (2008). *How To Choose Camshafts & Time Them For Maximum Power*. Diperoleh 12 Februari 2012, dari <http://avaxhome.ws/ebooks/engineering technology/how to choose camshafts time them.html>
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2006). *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Kurniawan, H. M. (2012). *Analisis Torsi dan Daya Akibat Pemotongan Ramp Poros Bubungan (Camshaft) pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 125 SP Tahun 2005*. Skripsi Tidak Dipublikasikan. Surakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Marji. (2007). *Dampak Modifikasi Camshaft terhadap Produksi Gas Racun HC pada Motor Racing*. *Jurnal Ilmiah Nasional*. Tahun ke-19, No. 26/DIKTI/KEP/2005.
- PT. Toyota Astra Motor Training Center. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- \_\_\_\_\_. (1996). *Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Rahmadi, Z. P. (2011). *Sains dibalik desain Noken As*. Diperoleh 03 April 2012, dari <http://blog.uad.ac.id/zulchan/2011/12/18/sains-dibalik-desain-noken-as%E2%80%A6/>
- Sudjana. (1991). *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Sugeng. Andun. & Sumaryanto, Djoko. (2005). *Overhaul Komponen Sistem Pendingin*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmadinata, N. A. (2007). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Surakhmad, W. (1998). *Pengantar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Tarsito.
- Suzuki. (2005). *Pedoman Perawatan Shogun 125 SP*. Jakarta: PT. Indomobil Niaga Internasional.
- Tim Motor Plus. (2009). *Kumpulan Teknik Korek Mesin 4-Tak Buku Skubek*. Jakarta: PT. Penerbit Media Motorindo.
- Ulinnuha, A. C. (2010). *Korek Skubek Merancang Mesin Balap Skubek*. Jakarta: PT. Penerbit Media Motorindo.
- VEDC Malang. (2000). *Katup dengan Perlengkapannya*. Malang: PPPGT VEDC Malang.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Yusep. (2010). *Teknik-teknik Mudah Merawat & Memperbaiki Sepeda motor*. Jogjakarta: Flash Books.